

Sequenzgießverfahren zur Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit

Die Erfindung betrifft ein Sequenzgießverfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter geregelt einem Verteilergefäß zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille abgeführt wird und wobei die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß während dem Wechsel des Schmelzengefäßes unterbrochen wird, während die Zufuhr der Metallschmelze in die Stranggießkokille weitergeführt wird.

Unter Sequenzgießverfahren ist ein Gießverfahren zu verstehen, bei welchem mehrere Metallchargen, die an die Gießanlage in mehreren Schmelzengefäßen angeliefert werden, ohne Unterbrechung des Gießprozesses kontinuierlich zu einem einzigen Metallstrang vergossen werden. Hierbei ist es notwendig, das Schmelzengefäß nach dessen Entleerung gegen ein weiteres gefülltes Schmelzengefäß in möglichst kurzer Zeit auszutauschen. Zwangsweise kommt es zu einer Unterbrechung des Schmelzenzuflusses in das Verteilergefäß und es ist notwendig die Restmenge im Verteilergefäß so zu bemessen, dass eine ausreichende Menge an Restmetallschmelze zur Überbrückung der benötigten Wechselzeit im Verteilergefäß vorrätig ist, bis aus dem in Gießposition gebrachten weiteren Schmelzengefäß wieder Metallschmelze in das Verteilergefäß zufließen kann. Um den kontinuierlichen Gießprozess über die Wechselzeit aufrecht erhalten zu können, ist es üblich, die Gießgeschwindigkeit der Gießanlage während der Wechselzeit zu reduzieren. Mit ~~einem~~ Pfannendrehturm kann die Wechselzeit sehr kurz gehalten werden.

Die Stranggießanlage selbst kann mit einer Kokille beliebiger Bauart, wie beispielsweise einer oder mehreren oszillierenden Platten- oder Rohrkokillen, mit Raupenkokillen, mit Kokillen mit umlaufenden Bändern oder Kokillen die von rotierenden Gießwalzen mit seitlichen Dämmwänden gebildet werden, ausgestattet sein. Auch das Querschnittsformat des zu gießenden Metallstranges kann beliebig sein, jedoch ergeben sich speziell bei der Herstellung von dünnen Metallbändern mit Banddicken unter 6,0 mm und Bandbreiten über

800 mm besondere Anforderungen an die Startphase bzw. Restart-Phase des Gießprozesses nach einem Pfannenwechsel, da insbesondere wegen des relativ kleinen Schmelzenpools und der praktisch unveränderlichen metallurgischen Länge bis zum kissing point in einer Zweiwalzengießanlage, sowie der schnellen Durcherstarrung eines dünnen Metallstranges eine wesentliche Reduzierung der Gießgeschwindigkeit nicht möglich ist. Weiters ist zu berücksichtigen, dass bei der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß eine verstärkte Badbewegung in der bereits mit Abdeckmittel bedeckten Restmetallschmelze entsteht und durch die verstärkte Wellenbildung an der Badoberfläche ein Eintrag von Abdeckmittel in das Metallbad verstärkt auftritt. Weiters wird beim Öffnen des Pfannenschiebers Füllsand in das Verteilergefäß eingetragen, der eine gewisse Zeit und ein beruhigtes Metallbad benötigt, um an die Badoberfläche aufschwimmen zu können. Die Erfindung bezieht sich insbesondere auf das Gießen eines Metallbandes mit einer Zweiwalzengießanlage nach dem vertikalen Zweiwalzengießverfahren.

Bei der Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit mit einer beliebigen Stranggießanlage wird das flüssige Metall üblicherweise von einer Gießpfanne über zumindest ein Zwischengefäß oder Verteilergefäß einer gekühlten Kokille zugeführt, in der der Erstarrungsprozess der Metallschmelze zu einem Metallstrang zumindest eingeleitet wird. Die Überleitung der Metallschmelze von der Gießpfanne in das Verteilergefäß und aus diesem weiter in die Kokille erfolgt vorwiegend durch Tauchrohre oder Schattenrohre, die im stationären Gießbetrieb in den Schmelzenpool des jeweils nachgeordneten Gefäßes eintauchen und so eine möglichst beruhigte und gleichmäßige Strömung und Weiterleitung der Metallschmelze bis in die Kokille ermöglichen. Üblicherweise ist die in der Gießpfanne, dem Zwischengefäß und gegebenenfalls in der Kokille angesammelte Metallschmelze von einer Schlackenschicht bedeckt, durch die die Metallbadoberfläche vor Oxidation geschützt wird. Die grundsätzliche Anordnung der Schmelzenaufnahmegefäße bei einer mehrsträngigen Stranggießanlage für Stahl ist beispielsweise aus der US-A 5,887,647 bekannt. Je intensiver die Metallbadbewegung in den einzelnen Schmelzengefäßen abläuft, desto mehr Schlackepartikel werden von der die Metallschmelze bedeckenden Schlackenschicht in das Metallbad eingetragen und desto mehr Partikel des Feuerfestmaterials aus der Ausmauerung der Schmelzengefäße werden durch Erosion ebenfalls dem Metallbad zugeführt. Gleichzeitig wird das Abscheiden von Fremdstoffpartikel aus der Metallschmelze an die Metallbadoberfläche oder in die Schlackenschicht durch zu intensive Metallbadbewegung behindert. Bei großformatigen Metallsträngen, wie Strängen

mit Brammenquerschnitten, bleibt auch in der Kokille noch Zeit zur Abscheidung von Fremdstoffen an die Badoberfläche. Bei kleinformatischen Strängen und insbesondere bei Bändern geringer Dicke muss der Eintrag von Fremdpartikeln in die Kokille möglichst vermieden werden, da in der Kokille die Möglichkeiten für eine Abscheidung von Fremdpartikeln tendenziell stärker beschränkt ist.

Generell ist bekannt, dass die Qualität des gegossenen Stranges herabgesetzt ist, wenn starke Badspiegelschwankungen auftreten, wie sie in der Startphase des Gießprozesses bei der Erstfüllung des Verteilergefäßes unvermeidbar sind, oder wie sie während der Durchführung des Pfannenwechsel beim Sequenzgießen auftreten, bei dem üblicherweise mit der im Verteiler vorrätigen Metallschmelze die Wechselzeit der Pfanne überbrückt wird und daher mit kontinuierlich abnehmender Badspiegelhöhe gegossen wird. Die Stabilität der Schmelzenströmung im Verteilergefäß ist dadurch stark beeinträchtigt und die Metallschmelze ist unerwünschtem Schlackeneintrag ausgesetzt.

Aufgabe der Erfindung ist es daher diese Nachteile und Schwierigkeiten des bekannten Standes der Technik zu vermeiden und ein Sequenzgießverfahren der eingangs beschriebenen Art vorzuschlagen, mit dem auch während des Schmelzengefäßwechsels ein erhöhter Eintrag von Fremdpartikeln in die Metallschmelze und somit in der Stranggießkokille ein analoger bzw. erhöhter Eintrag von Fremdpartikel ins Erstarrungsprodukt minimiert und unmittelbar im Zusammenhang mit der Wiederaufnahme der quasi-stationären Gießphase ein Metallstrang hoher Reinheit gegossen werden kann, bei dem weiters diese Überbrückungsphase im kontinuierlichen Gießprozess möglichst kurz gehalten werden kann und bei dem zumindest Auswirkungen aus nicht-stationären Gießphasen, wie dem Schmelzengefäßwechsel, möglichst schnell abklingen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass während einer Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß die Zuflussrate in das Verteilergefäß größer ist als die Abflussrate aus dem Verteilergefäß und wobei während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95%, dieser Zeitspanne die Zuflussrate in das Verteilergefäß kleiner oder gleich dem Doppelten, vorzugsweise kleiner oder gleich dem 1,5-fachen, der Abflussrate aus dem Verteilergefäß beträgt.

Die minimale Zuflussrate in das Verteilergefäß innerhalb dieser Zeitspanne hängt sehr wesentlich von der Reduktion der Gießgeschwindigkeit auf der Stranggießanlage während des Schmelzengefäßwechsels ab. Die Zuflussrate in das Verteilergefäß sollte während dieser Zeitspanne jedoch mindestens dem 0,5-fachen der maximalen Zuflussrate bei stationärem Gießbetrieb entsprechen.

Der Begriff „Verteilergefäß“ ist hier nicht nur auf das Aufnahmegefäß für Metallschmelze beschränkt, durch welches die Überleitung oder Verteilung von Metallschmelze in eine Kokille ermöglicht wird, somit einer Kokille direkt vorgeordnet ist, sondern kann alle Schmelzengefäße zwischen der Gießpfanne und der Kokille umfassen.

Eine weitere Verbesserung in der Qualität des gegossenen Stranges ab Wiederaufnahme des Gießprozesses wird erreicht, wenn die Zufuhr von Metallschmelze innerhalb der letzten 5% bis 30% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der Zuflussrate in der vorgelagerten Zeitspanne reduzierten Zuflussrate erfolgt.

Eine Verkürzung der Wiederaufnahmephase des Gießprozesses und ein maximal gesichertes Öffnen des Schmelzenbehälters wird ohne Beeinträchtigung der Qualität des Gussproduktes erreicht, wenn die Zufuhr von Metallschmelze unmittelbar mit Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß während 0,1% bis 30%, vorzugsweise während 3% bis 15%, der Zeitspanne bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß mit im Wesentlichen maximaler Zuflussrate erfolgt und die Zufuhr von Metallschmelze anschließend bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe mit einer demgegenüber reduzierten Füllrate erfolgt.

Unter „maximaler Füllrate“ ist zu verstehen, dass die Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bei maximaler Öffnung des Pfannenschiebers, das heißt mit der maximal möglichen Füllrate, erfolgt. Damit wird auch ein Zufrieren der Pfannenschieberöffnung in der Angießphase bzw. eine markante Verengung der Durchflussöffnung und damit eine unerwünschte Reduzierung der Durchflussmenge vermieden.

Die reduzierte Füllrate stellt über die Restfüllzeit bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe nicht notwendigerweise einen konstanten Wert dar, sondern folgt eher einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf, wodurch sich die Strömungsverhältnisse im Verteilergefäß bereits während der Füllzeit kontinuierlich beruhigen.

Zur Beruhigung der Metallschmelze im Verteilergefäß kann es zweckmäßig sein, wenn die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe für eine bestimmte Zeitspanne sogar unterbrochen wird. Das Schließen des Pfannenschiebers nach Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe hat den Vorteil, dass vorhandene Fremdeinschlüsse, insbesondere nichtmetallische Einschlüsse, am Badspiegel schnell aufschwimmen und in die Abdeckschlacke abgeschieden werden können. Die kurzzeitige Unterbrechung der Schmelzenzufuhr stellt eine gute Möglichkeit dar, die Qualität des gegossenen Produktes zu erhöhen, wenn gleichzeitig sichergestellt ist, dass das Öffnen des Pfannenschiebers nach dieser Beruhigungs- und Abscheidephase sicher gewährleistet ist. Die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr beträgt zwischen 1 sec und 2 min, vorzugsweise zwischen 10 sec und 70 sec, da der Badspiegel zufolge des in die Stranggießkokille abfließenden Metalls sofort wieder zu sinken beginnt.

Zur Vermeidung von Reoxidation an der Metallbadoberfläche wird üblicherweise bereits bei Beginn der ersten Gießsequenz ein Abdeckmittel auf das Schmelzenbad aufgebracht. Dieses Abdeckmittel bleibt über alle Gießsequenzen im Verteilergefäß erhalten. Damit das Abdeckmittel im Nahbereich des in die Metallschmelze eintauchenden Schattenrohres nicht – auch nur partiell - entlang der Außenwand des Schattenrohres in die Metallschmelze eingezogen wird, ist es zweckmäßig, wenn ein das Schattenrohr unmittelbar umgebender Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von der Abdeckung mit einem Abdeckmittel zumindest während des quasi-stationären Betriebes, vorzugsweise ständig, freigehalten bzw. abgeschirmt wird. Dies erfolgt vorzugsweise durch Abschirmmittel, die von Wandelementen gebildet sind, die entweder von oben in das Schmelzenbad eintauchen oder von unten aus dem Schmelzenbad herausragen und das Schattenrohr mit Abstand umgeben. Damit wird gezielt ein „hot spot“ rund um das Schattenrohr erzeugt und es ist zweckmäßig, wenn die Wandelemente eine geschlossene Kammer bilden, in die das Schattenrohr integriert und die in der Kammer eingeschlossene Atmosphäre inertisiert ist.

Wichtig ist, dass die Abschirmmittel soweit in das Schmelzenbad eintauchen, dass diese auch während des Pfannenwechsels bei minimaler Badspiegelhöhe knapp vor der Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr noch in das Verteilergefäß eintauchen. Damit wird die schlackenfreie Zone um das Schattenrohr auch in dieser Betriebsphase aufrechterhalten und die Zufuhr von Metallschmelze mit geringen Turbulenzen im Metallbad unterhalb der Badoberfläche sichergestellt.

Sofern nach dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß die Zufuhr von Metallschmelze nochmals kurzzeitig unterbrochen wird, um die Badbewegung zusätzlich zu beruhigen und die Abscheiderate von Fremdpartikel zu steigern, wird nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt. Die Überleitung der Metallschmelze vom Verteilergefäß in die nachgeordnete Kokille beginnt zeitlich mit der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß. Mit der Regelung wird die quasi-stationäre Betriebsbadspiegelhöhe bzw. das dem entsprechende Verteilergewicht weitgehend auf einem konstanten Niveau gehalten.

Sofern nach dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe keine Unterbrechung der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß erfolgt, wird zumindest während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß und/oder ab dem Erreichen der quasi-stationären Gießspiegelhöhe die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt. Diese Regelung basiert auf einer Messung der aktuellen Badspiegelhöhe oder des aktuellen Verteilergewichtes.

Die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beträgt beim Gießen eines Stahlbandes, bei einer Gießdicke von 1,0 – 5,0 mm und einer Gießbreite von 1,0 m bis 2,0 m, zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min. Diese Angaben beziehen sich auf die Verwendung einer Zweiwalzengießmaschine mit dem angestrebten Gussprodukt entsprechender Auslegung.

In Ausnahmefällen kann es notwendig sein, Abdeckmittel im Verteilergefäß zu ergänzen. Vorzugsweise erfolgt die Aufgabe des Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze im Zwischengefäß in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche und Turbulenzintensität.

Eine fallweise manuelle Aufgabe des Abdeckmittels erfordert eine ausreichende Zugänglichkeit des Verteilergefäßes für das Bedienungspersonal und bringt zusätzlich den Nachteil zusätzlicher Schlackeneinschlüsse durch die plötzliche lokale Aufgabe einer größeren Menge des Abdeckmittels mit sich. Das Abdeckmittel wird daher in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht.

Der Innenraum des Verteilergefäßes ist durch einen Verteilerdeckel gegen die freie Atmosphäre abgeschirmt, wobei es zweckmäßig ist, dass während oder vor der Erstfüllphase eine Inertisierung des Verteilergefäßes erfolgt, um den reaktiven Sauerstoff im Inneren des Verteilergefäßes weitgehend zu reduzieren.

Die Einstellung und Überwachung der Betriebsgießspiegelhöhe erfolgt vorzugsweise über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder mit einem äquivalenten Messverfahren. Die Betriebsbadspiegelhöhe kann auch mit anderen direkten oder indirekten Messverfahren ermittelt werden, wie z. B. mit Schwimmern, optischer Beobachtung der Badspiegeloberfläche, Ultraschall-Distanzmessung, Wirbelstrommessung und ähnlichen Messverfahren.

Beim Sequenzgießen nimmt die Badspiegelhöhe im Verteilergefäß während des Schmelzengefäßwechsels kontinuierlich ab, wobei eine Mindestbadspiegelhöhe nicht unterschritten werden darf, die sehr wesentlich von der Form des Verteilergefäßes abhängt und daher nicht generell bestimmbar ist. Ein zu weitgehendes Absinken des Badspiegels führt insbesondere in der Wiederaufnahmephase der Schmelzenzufuhr, insbesondere bei maximaler Füllrate, zu einem verstärkten Fremdpartikeleintrag in die Metallschmelze, die sich in das gesamte Verteilergefäß ausbreitet. Um diesen Effekt zu unterdrücken bzw. zumindest wesentlich zu dämpfen, ist es zweckmäßig, wenn zumindest in der Zeitspanne

zwischen der Wiederaufnahme der Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß und dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe die im Verteilergefäß enthaltene Metallschmelze durch eine Abteilplatte in zwei Teilmengen geteilt wird, wobei einer ersten Teilmenge Metallschmelze aus dem Schmelzenbehälter zugeführt wird und von einer zweiten Teilmenge Metallschmelze in die Stranggießkokille abgeleitet wird und eine Überleitung von Metallschmelze von der ersten Teilmenge zur zweiten Teilmenge kontinuierlich erfolgt, wobei die Zuflussrate zur ersten Teilmenge im Verteilergefäß größer ist als die Abflussrate aus der zweiten Teilmenge, wobei während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95%, der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß die Zuflussrate zur ersten Teilmenge kleiner oder gleich dem Doppelten der Abflussrate aus der zweiten Teilmenge ist. Durch die räumliche Abteilung des Verteilergefäßes werden demnach zwei Bereiche geschaffen, nämlich ein erster Bereich, in dem zeitweise große Turbulenzen auftreten können und auch im Wesentlichen dort abklingen und einem zweiten Bereich, der hiervon weitgehend abgeschottet bleibt.

Die positiven Effekte aus der räumlichen Trennung im Verteilergefäß werden zusätzlich verstärkt, wenn die Zufuhr von Metallschmelze innerhalb der letzten 5% bis 30% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß mit einer gegenüber der Zuflussrate in der vorgelagerten Zeitspanne reduzierten Zuflussrate erfolgt.

Hierbei kann die Füllzeit bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe verkürzt werden, wenn die Zufuhr von Metallschmelze unmittelbar mit Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß während 1% bis 30%, vorzugsweise während 3% bis 15%, der Zeitspanne bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß mit im Wesentlichen maximaler Zuflussrate erfolgt und anschließend bis zum Erreichen der Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß die Zufuhr von Metallschmelze mit einer demgegenüber reduzierten Füllrate erfolgt.

Die Überleitung von Metallschmelze von der ersten Teilmenge zur zweiten Teilmenge, damit von einem Bereich des Verteilergefäßes in den anderen Teil des Verteilergefäßes, erfolgt durch eine oder mehrere Öffnungen in der Abteilplatte. Vorzugsweise kann die Überleitung der Metallschmelze von der ersten Teilmenge zur zweiten Teilmenge durch einen Freiraum der Abteilplatte und dem Boden des Verteilergefäßes erfolgen. In diesem Fall wird die Abteilplatte nicht bis zum Boden des Verteilergefäßes eingebracht.

Es ist allerdings auch möglich, die Abteilplatte als fest verankerten Bauteil des Verteilergefäßes auszubilden und mindestens einen permanenten Strömungskanal in Bodennähe des Verteilergefäßes vorzusehen, der in allen Betriebsphasen zur Gänze unter der Badoberfläche der Metallschmelze liegt.

Der quasi-stationäre Gießprozess beginnt mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe bei der zweiten Teilmenge der Metallschmelze im zweiten Bereich des Verteilergefäßes. Mit Erreichen dieser quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe bei der zweiten Teilmenge der Metallschmelze im Verteilergefäß wird die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt. Diese Regelung basiert auf einer Messung der aktuellen Badspiegelhöhe oder des aktuellen Verteilergewichtes.

Weitere Vorteile und Merkmale der vorliegenden Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung nicht einschränkender Ausführungsbeispiele, wobei auf die beiliegenden Figuren Bezug genommen wird, die folgendes zeigen:

Fig. 1 eine schematische Darstellung einer Zweiwalzengießanlage mit einem Schmelzenbehälter und einem Verteilergefäß zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens,

Fig. 2 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Wiederauffüllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer ersten Ausführungsform,

Fig. 3 den Verlauf einer Anfahrkurve für das Wiederauffüllen des Verteilergefäßes (Füllrate) nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in einer zweiten Ausführungsform,

Fig. 4 den zeitlichen Verlauf des Verteilergewichtes während des Wiederauffüllens des Verteilergefäßes,

Fig. 5a den Verlauf relevanter Verfahrenskenngrößen während des Wechsels eines Schmelzengefäßes nach einer dritten Ausführungsform der Erfindung,

Fig. 5b den Verlauf relevanter Verfahrenskenngrößen während des Wechsels eines Schmelzengefäßes nach einer vierten Ausführungsform der Erfindung

Fig. 6 ein Schattenrohr mit Abschirmung gegen Kontakt mit Schlacke,

Fig. 7a ein Verteilergefäß mit einer Abteilplatte in einer ersten ausgefahrenen Betriebsposition,

Fig. 7b ein Verteilergefäß mit einer Abteilplatte in einer zweiten eingefahrenen Betriebsposition.

Fig. 1 zeigt in einer schematischen Darstellung eine Zweiwalzengießmaschine als eine Möglichkeit zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens mit den wesentlichen baulichen Komponenten zur Zuführung der Metallschmelze in die von zwei gegensinnig rotierenden Gießwalzen 1, 2 und an die Stirnseiten der Gießwalzen anpressbaren Seitenplatten 3 gebildeten Stranggießkokille 4. Die Metallschmelze wird aus einem Schmelzenbehälter 5, der zumeist von einer auswechselbaren auf Gabelarmen 6 eines Pfannendrehturmes abgestützten Gießpfanne gebildet ist, durch ein Schattenrohr 7 in ein Verteilergefäß 8 übergeleitet. Dem Schattenrohr 7 ist ein Schieberverschluss 9 als Regelorgan für die Durchflussmenge bzw. Füllrate zugeordnet. Aus dem Verteilergefäß 8 strömt die Metallschmelze mengengeregt durch ein Tauchgießrohr 10 in den Formhohlraum 11 der Stranggießkokille 4. Dem Tauchgießrohr 10 ist ebenfalls ein Schieberverschluss 12 zur Regelung der der Stranggießkokille 4 zuzuführenden Schmelzenmenge zugeordnet. Die Verschlussorgane können auch von Stopfen gebildet werden, die, von oben durch das Schmelzenbad ragend, die Ausflussöffnung des jeweiligen Schmelzenbehälters regelbar verschließen.

Die Menge der im Verteilergefäß 8 zwischengelagerten Metallschmelze wird während des kontinuierlichen Gießvorganges möglichst konstant gehalten. Dies wird erreicht, indem im Verteilergefäß eine vorbestimmte Gießspiegelhöhe h der Metallschmelze eingestellt wird und diese Gießspiegelhöhe durch eine Zuflussmengenregelung möglichst konstant gehalten wird. Eine weitgehend gleichmäßige Gießspiegelhöhe sichert eine gleichmäßige Schmelzenüberleitung in die Stranggießkokille 4.

An den gekühlten Zylindermantelflächen der Gießwalzen 1, 2 bilden sich im Schmelzenpool nicht dargestellte Strangschalen aus, die im engsten Querschnitt zwischen den Gießwalzen zu einem Metallstrang 13 vorbestimmter Dicke und Breite verwalzt werden.

Nach der Entleerung des Schmelzengefäßes 5, wobei die die Metallschmelze im Schmelzengefäß bedeckende Schlacke möglichst nicht abfließen soll, wird das leere Schmelzengefäß aus der Gießanlage entfernt und durch ein bereitgestelltes, gefülltes Schmelzengefäß mit für den Guss vorbereiteter Metallschmelze in der Gießanlage in Gießposition gebracht. Während der hierfür benötigten Zeitspanne von etwa 2 min wird der Gießvorgang in der Stranggießkokille mit der im Verteilergefäß befindlichen Restschmelzenmenge fortgesetzt, wobei die Betriebsbadspiegelhöhe auf eine Minimalbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,min}}$ absinkt, bei der das Schattenrohr jedoch immer noch in das Schmelzenbad eintaucht. Damit wird bei Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß ein direktes Auftreffen der Metallschmelze auf die das Metallbad abdeckende Schlackenschicht und damit deren intensive Durchmischung vermieden.

Der Füllvorgang des Verteilergefäßes erfolgt nach einer möglichen Ausführungsvariante gemäß dem in Fig. 2 dargestellten Füllkurvenverlauf. Im Verteilergefäß befindet sich eine Reststahlmenge, die einer Badspiegelhöhe $h_{\text{pool,min}}$ entspricht. Die Metallschmelze wird in einer ersten Füllphase (Zeitspanne $t_0 - t_1$) bei größtmöglicher Öffnung des Schieberverschlusses in das Verteilergefäß geleitet, d.h. die Metallschmelze tritt mit maximaler Füllrate $\dot{m}_{\text{fill,max}}$ in das Verteilergefäß ein. Ab dem Erreichen einer Badspiegelhöhe h_{pool} zum Zeitpunkt t_1 wird die Füllrate im Wesentlichen kontinuierlich zurückgenommen, bis die quasi-stationäre Betriebsbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,op}}$ erreicht ist, wobei während 70% bis 95% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären

Betriebsbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,opt}}$ die Zuflussrate in das Verteilergefäß kleiner dem Doppelten der Abflussrate aus dem Verteilergefäß ist. Zum Zeitpunkt t_5 wird die stationäre Füllrate \dot{m}_{st} erreicht, die für den stationären Gießbetrieb charakteristisch ist.

Fig. 3 zeigt eine weitere Ausführungsvariante eines möglichen Füllkurvenverlaufes, wobei die Metallschmelze in einer ersten Füllphase (Zeitspanne $t_0 - t_1$) mit maximaler Füllrate $\dot{m}_{\text{fill,max}}$ oder annähernd maximaler Füllrate (mehr als 80% der maximalen Füllrate) erfolgt und nach Erreichen des Zeitpunktes t_1 schrittweise in mehreren Stufen zurückgenommen wird, wobei die Reduzierung der Füllrate in den einzelnen Zeitpunkten t_1 bis t_5 so erfolgt, dass eine degressive Annäherung der Badspiegelhöhe h_{pool} an die Betriebsbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,opt}}$ erfolgt. Zum Zeitpunkt t_5 wird wiederum die stationäre Füllrate \dot{m}_{st} erreicht, die für den stationären Gießbetrieb charakteristisch ist.

Fig. 4 zeigt die Zunahme des Verteilergewichtes m_v über die Füllzeit, ausgehend von einem Verteilergewicht m_0 , welches dem Leergewicht des Verteilergefäßes und dem Gewicht der im Verteilergefäß verbliebenen Restschmelzenmenge entspricht, bis zum Verteilergewicht m_5 , das mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe $h_{\text{pool,opt}}$ erzielt wird.

Diese dargestellten Füllkurvenverläufe nach den Fig. 2 und 3 begünstigen bereits während des kontinuierlichen Füllvorganges ein Abklingen der heftigen Badbewegung im Verteilergefäß und beruhigen insbesondere die Metallbadoberfläche.

Diese Beruhigungsphase im Verteilergefäß kann zusätzlich verstärkt werden, indem nach dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe die Schmelzenzufuhr kurzzeitig unterbrochen wird. Innerhalb dieser Zeitspanne oder zu einem beliebigen späteren Zeitpunkt kann bei Bedarf eine ergänzende Aufgabe eines Abdeckmittels auf die Metallbadoberfläche erfolgen, die mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung 15 erfolgt (Fig. 1), deren Auslassöffnung oberhalb des Badspiegels in einen oder mehrere Bereiche des Verteilergefäßes mit wenig Oberflächenturbulenzen mündet. Das feinkörnige bis staubförmige Abdeckmittel wird in einem kontinuierlichen Rieselvorgang auf die Metallschmelze aufgebracht und soll eine vollständige Abdeckung des Metallbades im Verteilergefäß sicherstellen.

Zusätzlich ist das Verteilergefäß 8 mit einem Verteilerdeckel 16 abgedeckt, mit dem der Innenraum des Verteilergefäßes gegenüber der Atmosphäre abgeschirmt wird. Damit wird auch die Möglichkeit gegeben, noch vor der Zufuhr von Metallschmelze, insbesondere bei der Erstfüllung des Verteilergefäßes, eine Inertisierung des Innenraumes durchzuführen.

Mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe beginnt die Wiedereinleitung des kontinuierlichen Gießbetriebes. Hierbei wird die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze in Abhängigkeit von der aus dem Verteilergefäß in die Stranggießkokille eingeleiteten Schmelzenmenge eingestellt bzw. geregelt. Abweichungen der Badspiegelhöhe von der gewünschten quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe werden über eine Verteilergewichtsmessung erfasst. Dadurch wird kontinuierlich eine für die Badspiegelhöhe charakteristische Messgröße ermittelt und in einem Zuflussregelkreis zur Regelung der zufließenden Metallschmelzenmenge als Stell- oder Regelgröße herangezogen. Das Verteilergefäß 8 ist hierzu über Messzellen 17 auf einem Traggerüst 18, beispielsweise einem verfahrbaren Verteilerwagen, abgestützt (Fig.1).

In Fig. 5a ist das erfindungsgemäße Sequenzgießverfahren am Beispiel einer Stahlband-Gießanlage dargestellt, wobei über einer Zeitachse der Verlauf charakteristischer Kenngrößen, wie das Verteilergewicht w_{tundish} , die Füllrate im Verteiler \dot{m}_{ladle} , und die Füllrate in der Kokille \dot{m}_{mold} mit einem zeitlichen Vorlauf, beginnend vor der Durchführung des Wechsels eines Schmelzengefäßes, und mit einem zeitlichen Nachlauf, nach Wiederbeginn des stationären Gießbetriebes, veranschaulicht ist. Bereits vor Beginn des Gefäßwechsels werden Maßnahmen gesetzt, die die Überbrückung der Wechselzeit von etwa 2 min erleichtern, indem die verfügbare Schmelzenmenge im Verteilergefäß erhöht wird. Dies erfolgt durch eine Steigerung der Füllrate \dot{m}_{ladle} , indem der Schieberverschluss an der Schmelzenpfanne weiter geöffnet wird, wodurch mehr Metallschmelze in das Verteilergefäß zufließt als gleichzeitig in die Stranggießkokille abfließt. Dadurch steigt das Verteilergewicht auf etwa das 1,1-fache des Verteilergewichtes beim stationären Gießbetrieb. Während des unmittelbar nachfolgenden Pfannenwechsels beträgt die Füllrate im Verteilergefäß: $\dot{m}_{\text{ladle}} = 0$. Parallel wird die Gießgeschwindigkeit in der Bandgießmaschine reduziert und gegebenenfalls der Gießspiegel in der Kokille abgesenkt, sodass der Gießvorgang in der Stranggießkokille mit einer reduzierten Füllrate \dot{m}_{mold} aufrecht erhalten wird. Sobald der Wechsel des Schmelzengefäßes abgeschlossen ist, wird über eine Zeitspanne von ungefähr 10 min der quasi-stationäre Betriebszustand im

Verteilergefäß wieder hergestellt, indem bis zu einem Zeitpunkt t_1 mit maximaler oder annähernd maximaler Füllrate Metallschmelze in das Verteilergefäß eingebracht wird und nachfolgend, einem degressiven Kurvenverlauf folgend, die quasi-stationäre Betriebsbadspiegelhöhe angefahren. Die Gießspiegelhöhe im Verteilergefäß, die indirekt durch eine Gewichtsmessung ermittelt wird, folgt dem Kurvenverlauf W_{tundish} und zeigt vor dem Gefäßwechsel den gewünschten Anstieg im Sinne einer Bevorratung und den anschließenden Abfall auf einen Wert von etwa 80% des Verteilergewichtes bzw. der Betriebsbadspiegelhöhe bis zum Abschluss des Pfannenwechsels.

Nach einer weiteren Ausführungsform, die in Fig. 5b veranschaulicht ist, erfolgt die Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß mit einer wesentlich reduzierten Füllrate $\dot{m}_{\text{ladle,start}}$, die dem 0,8 bis 1,2-fachen der Füllrate $\dot{m}_{\text{ladle,opt}}$ bei stationärem Gießbetrieb entspricht. Diese reduzierte Füllrate kann zweckmäßig innerhalb einer Bandbreite des 0,5 bis zweifachen der Füllrate $\dot{m}_{\text{ladle,opt}}$ liegen. Die Füllrate wird über einen weiten Bereich der Zeitspanne zur Wiederauffüllung des Verteilergefäßes annähernd konstant gehalten. Der grundlegende Vorteil dieser Variante liegt in der wesentlich geringeren Einströmgeschwindigkeit der Metallschmelze in das Zwischengefäß und damit ergeben sich wesentlich geringere Oberflächenturbulenzen am Metallbad. Die Strömungsgeschwindigkeit bleibt klein genug, um eine gute Abscheiderate der nichtmetallischen Einschlüsse in die Schlackenschicht zu gewährleisten und den Wiedereintrag von Schlacke zu vermeiden. Allerdings erhöht sich andererseits die Zeitspanne für das Wiederauffüllen des Verteilergefäßes auf bis zu 25 min bei gleichzeitig reduzierter Füllrate in der Kokille. Je nach zu vergießender Stahlqualität und Produktanforderungen kann ein zweckmäßiger Füllratenverlauf gewählt werden, der zwischen den in Fig. 5a und Fig. 5b dargestellten Ausführungsformen liegt.

In Fig. 6 ist eine Möglichkeit aufgezeigt, die den Eintrag von auf das Schmelzenbad aufgetragenen Abdeckmittel in das Innere des Schmelzenbades entlang oder im Nahbereich der Außenwand des Schattenrohres weitgehend ausschließen soll. Zu der bereits im Verteilergefäß 8 angesammelten Metallschmelze strömt durch das vertikal in die Schmelze eintauchende Schattenrohr 7 Metallschmelze kontinuierlich aus dem Schmelzenbehälter 5 zu. Die einströmende Metallschmelze erzeugt eine Sogwirkung entlang des Schattenrohres und gegebenenfalls in diesem Bereich gesammelte Schlacke / Abdeckmittel wird nach unten in die Metallschmelze gezogen. Mit einer Abdeckung 21, die

topfförmig ausgebildet ist, die das Schattenrohr mit radialem Abstand zu diesem umgibt und von oben in die Metallschmelze ragt, wird die gebildete Schlackenschicht 20 vom kritischen Bereich nahe dem Schattenrohr ferngehalten. Das Innere dieser Abdeckung kann bei Bedarf über die Schutzgasleitung 22 inertisiert werden. Zweckmäßig reicht diese Abdeckung so weit in das Schmelzenbad, dass auch bei minimaler Badspiegelhöhe h_{\min} das Eintauchen des Schattenrohres gewährleistet ist. Zur fortlaufenden Aufrechterhaltung der Funktion der Abdeckung 21 ist es wesentlich, dass die aktuelle Badspiegelhöhe während des Wechsels des Schmelzengefäßes nicht unter den Wert h_{\min} fällt, d.h. es ist zwingend notwendig, dass die Unterkante der Abdeckung 21 stets in das Schmelzenbad eintaucht.

Dem Schattenrohr 7 liegt in Ausströmrichtung der Metallschmelze ein strömungsdämpfendes Element 23 (Turbostop) im Verteilergefäß fest verankert gegenüber, wodurch der in das Verteilergefäß einströmende Flüssigmetallstrahl stark abgebremst wird.

Das beschriebene Sequenzgießverfahren hat sich als besonders erfolgreich in Verbindung mit einem Verteilergefäß gezeigt, welches in der WO 03/051560 beschrieben ist und eine Geometrie aufweist, die die Abscheidung von schmelzenfremden Partikeln besonders fördert.

In den Fig. 7a und 7b ist eine vertikal bewegbare Abteilplatte 24 in zwei Betriebspositionen in Verbindung mit dem Verteilergefäß 8 dargestellt. Durch diese Ausführungsform soll eine funktionelle Trennung im Verteilergefäß erreicht werden. Fig. 7a zeigt den Betriebszustand im Verteilergefäß unmittelbar vor dem Wiederausguss mit einem neuen Schmelzengefäß. Die im Verteilergefäß noch vorrätige Metallschmelze ist mit einem Abdeckmittel bedeckt und fließt mit einer der reduzierten Gießgeschwindigkeit entsprechenden Geschwindigkeit ab. Die Abteilplatte befindet sich noch in einer angehobenen Position und wird in das Verteilergefäß abgesenkt, um es, wie in Fig. 7b dargestellt, in zwei Bereiche zu teilen. Mit der eingefahrenen Abteilplatte werden nachteilige Auswirkungen während der ersten Füllphase, die mit maximaler oder annähernd maximaler Füllrate erfolgt, auf die gesamte im Verteilergefäß befindliche Schmelzenmenge verhindert, zumindest jedoch stark reduziert. Einem ersten Bereich 25 ist die Schmelzenzufuhr zugeordnet, einem zweiten Bereich 26 ist die Ableitung der Schmelze in die Stranggießkokille zugeordnet. Im ersten Bereich 25, erfolgt eine wesentliche Beruhigung des Schmelzenbades und die Abscheidung eines

Großteils der schmelzenfremden Partikel an die Schlackenschicht im ersten Bereich. Im zweiten Bereich 26 erfolgt die Abscheidung von Restbeständen von in der Metallschmelze noch enthaltenen Fremdpartikel in die das Metallbad bedeckende Schlackenschicht.

Patentansprüche:

1. Sequenzgießverfahren zur kontinuierlichen Herstellung eines gegossenen Metallstranges hoher Reinheit aus einer Metallschmelze, vorzugsweise einer Stahlschmelze, wobei die Metallschmelze von einem Schmelzenbehälter (5) geregelt einem Verteilergefäß (8) zugeführt und von diesem Verteilergefäß geregelt in eine Stranggießkokille (4) abgeführt wird und wobei die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß während dem Wechsel des Schmelzengefäßes unterbrochen wird, während die Zufuhr der Metallschmelze in die Stranggießkokille weitergeführt wird, **dadurch gekennzeichnet**, dass während einer Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen einer quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß die Zuflussrate in das Verteilergefäß größer ist als die Abflussrate aus dem Verteilergefäß und wobei während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95%, dieser Zeitspanne die Zuflussrate in das Verteilergefäß kleiner oder gleich dem Doppelten, vorzugsweise kleiner oder gleich dem 1,5-fachen, der Abflussrate aus dem Verteilergefäß ist.
2. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zuflussrate in das Verteilergefäß mindestens dem 0,5-fachen der maximalen Zuflussrate bei stationärem Gießbetrieb entspricht.
3. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr von Metallschmelze innerhalb der letzten 5% bis 30% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe mit einer gegenüber der Zuflussrate in der vorgelagerten Zeitspanne reduzierten Zuflussrate erfolgt.
4. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr von Metallschmelze unmittelbar mit Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß während 0,1% bis 30%, vorzugsweise während 3% bis 15%, der Zeitspanne bis zum Erreichen der

quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß mit im Wesentlichen maximaler Zuflussrate erfolgt und anschließend bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe die Zufuhr von Metallschmelze mit einer demgegenüber reduzierten Füllrate erfolgt.

5. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 3 und 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass die reduzierte Füllrate einem kontinuierlich oder schrittweise abnehmenden zeitlichen Verlauf folgt.
6. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe für eine Zeitspanne unterbrochen wird.
7. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zeitspanne der Unterbrechung der Schmelzenzufuhr zwischen 1 sec und 2 min, vorzugsweise zwischen 10 sec und 70 sec beträgt.
8. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass ein das Schattenrohr unmittelbar umgebender Bereich der freien Badoberfläche im Verteilergefäß von einer Abdeckung mit einem Abdeckmittel zumindest während des quasi-stationären Betriebs, vorzugsweise ständig, freigehalten wird.
9. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche 6 und 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass nach der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß diese Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt wird.
10. Sequenzgießverfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum

Erreichen einer quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe im Verteilergefäß und/oder ab dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt wird.

11. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Menge der dem Verteilergefäß zugeführten Metallschmelze und die Menge der aus dem Verteilergefäß abgeführten Metallschmelze beim Gießen eines Stahlbandes auf einer Zweiwalzengießanlage zwischen 0,5 t/min und 4,0 t/min, vorzugsweise zwischen 0,8 t/min und 2,0 t/min, beträgt.
12. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass bei Bedarf ein Abdeckmittel auf die Badoberfläche der Metallschmelze im Verteilergefäß aufgegeben wird und diese Aufgabe eines Abdeckmittels auf die Badoberfläche der Metallschmelze in einem Oberflächenbereich mit geringer Oberflächenströmungsgeschwindigkeit, Welligkeit der Badoberfläche bzw. Turbulenzintensität erfolgt.
13. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet**, dass das Abdeckmittel in feinkörniger Form oder pulverförmig, vorzugsweise mit einer halb- oder vollautomatischen Aufgabeeinrichtung, aufgebracht wird.
14. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Einstellung und Überwachung der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe über eine Verteiler-Gewichtsmessung oder durch ein äquivalentes Messverfahren erfolgt.
15. Sequenzgießverfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass zumindest in der Zeitspanne zwischen der Wiederaufnahme der Zufuhr der Metallschmelze in das Verteilergefäß und dem Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe die im Verteilergefäß enthaltene Metallschmelze durch eine Abteilplatte in zwei Teilmengen geteilt wird, wobei einer ersten Teilmenge Metallschmelze aus dem Schmelzenbehälter zugeführt wird und

von einer zweiten Teilmenge Metallschmelze in die Stranggießkokille abgeleitet wird und eine Überleitung von Metallschmelze von der ersten Teilmenge zur zweiten Teilmenge kontinuierlich erfolgt, wobei die Zuflussrate zur ersten Teilmenge im Verteilergefäß größer ist als die Abflussrate aus der zweiten Teilmenge, wobei während 70% bis 100%, vorzugsweise während 70% bis 99%, insbesondere während 70% bis 95%, der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß die Zuflussrate zur ersten Teilmenge kleiner oder gleich dem Doppelten der Abflussrate aus der zweiten Teilmenge ist.

16. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 15, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr von Metallschmelze innerhalb der letzten 5% bis 30% der Zeitspanne von der Wiederaufnahme der Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß mit einer gegenüber der Zuflussrate in der vorgelagerten Zeitspanne reduzierten Zuflussrate erfolgt.
17. Sequenzgießverfahren nach Anspruch 15 oder 16, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Zufuhr von Metallschmelze unmittelbar mit Wiederaufnahme der Schmelzenzufuhr in das Verteilergefäß während 1% bis 30%, vorzugsweise während 3% bis 15%, der Zeitspanne bis zum Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß mit im Wesentlichen maximaler Zuflussrate erfolgt und anschließend bis zum Erreichen der Betriebsbadspiegelhöhe der zweiten Teilmenge im Verteilergefäß die Zufuhr von Metallschmelze mit einer demgegenüber reduzierten Füllrate erfolgt.
18. Sequenzgießverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überleitung von Metallschmelze von der ersten Teilmenge zur zweiten Teilmenge durch eine oder mehrere Öffnungen in der Abteilplatte erfolgt.
19. Sequenzgießverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 17, **dadurch gekennzeichnet**, dass die Überleitung von Metallschmelze von der ersten

Teilmenge zur zweiten Teilmenge durch einen Freiraum zwischen der Abteilplatte und dem Boden des Verteilergefäßes erfolgt.

20. Sequenzgießverfahren nach einem der Ansprüche 15 bis 19, **dadurch gekennzeichnet**, dass mit Erreichen der quasi-stationären Betriebsbadspiegelhöhe bei der zweiten Teilmenge der Metallschmelze im Verteilergefäß die Zufuhr von Metallschmelze in das Verteilergefäß mengenmäßig in Abhängigkeit von der Abfuhr der Metallschmelze aus dem Verteilergefäß geregelt wird.

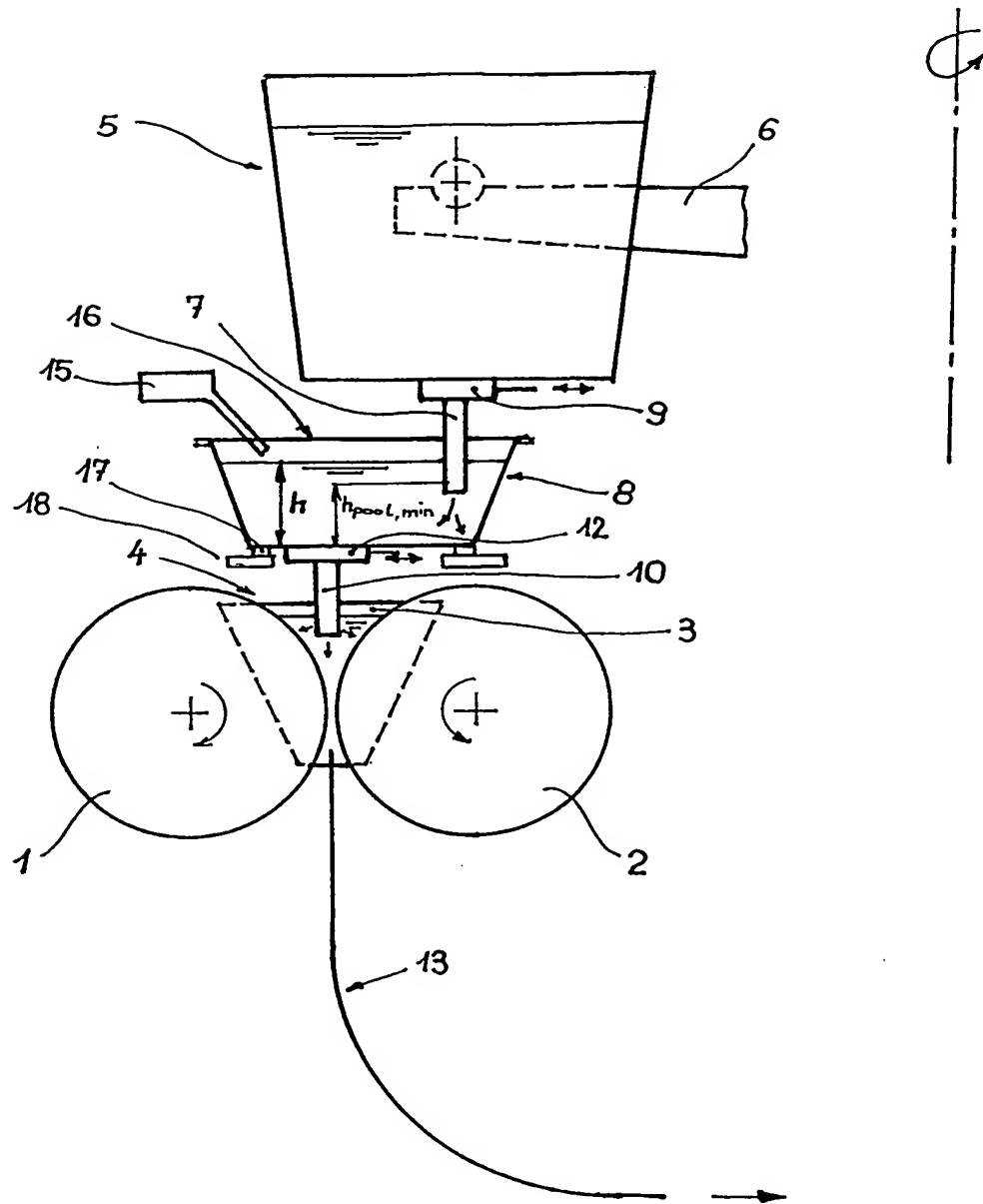
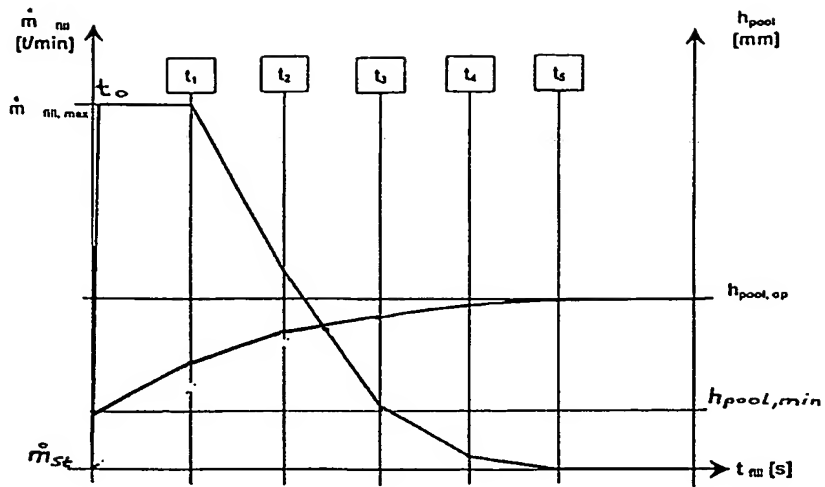
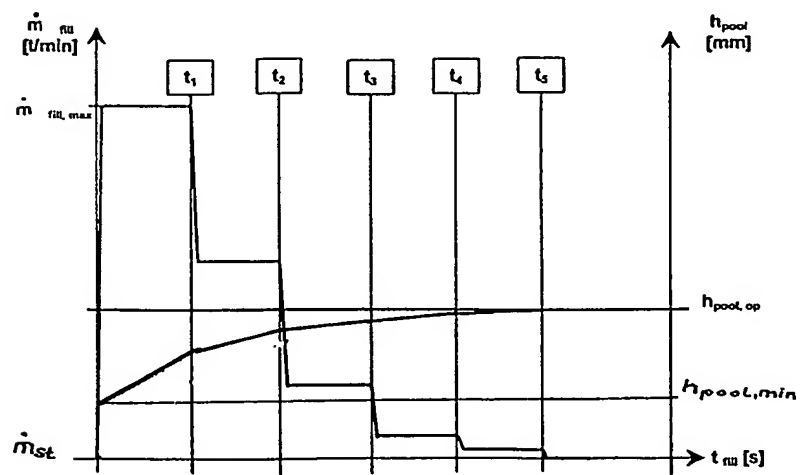
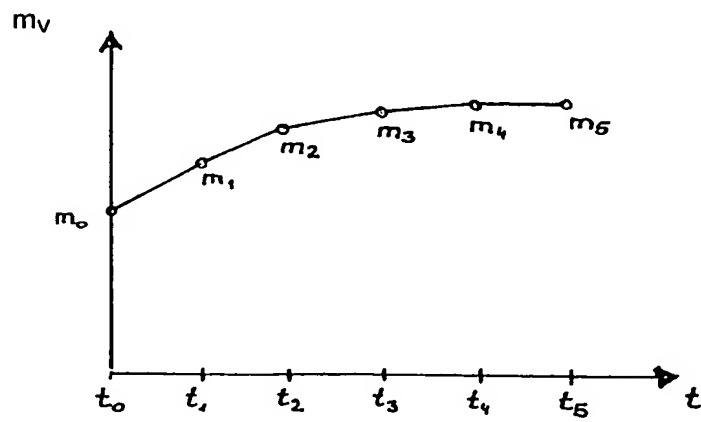


Fig. 1

2 / 6

Fig. 2Fig. 3Fig. 4

3 / 6

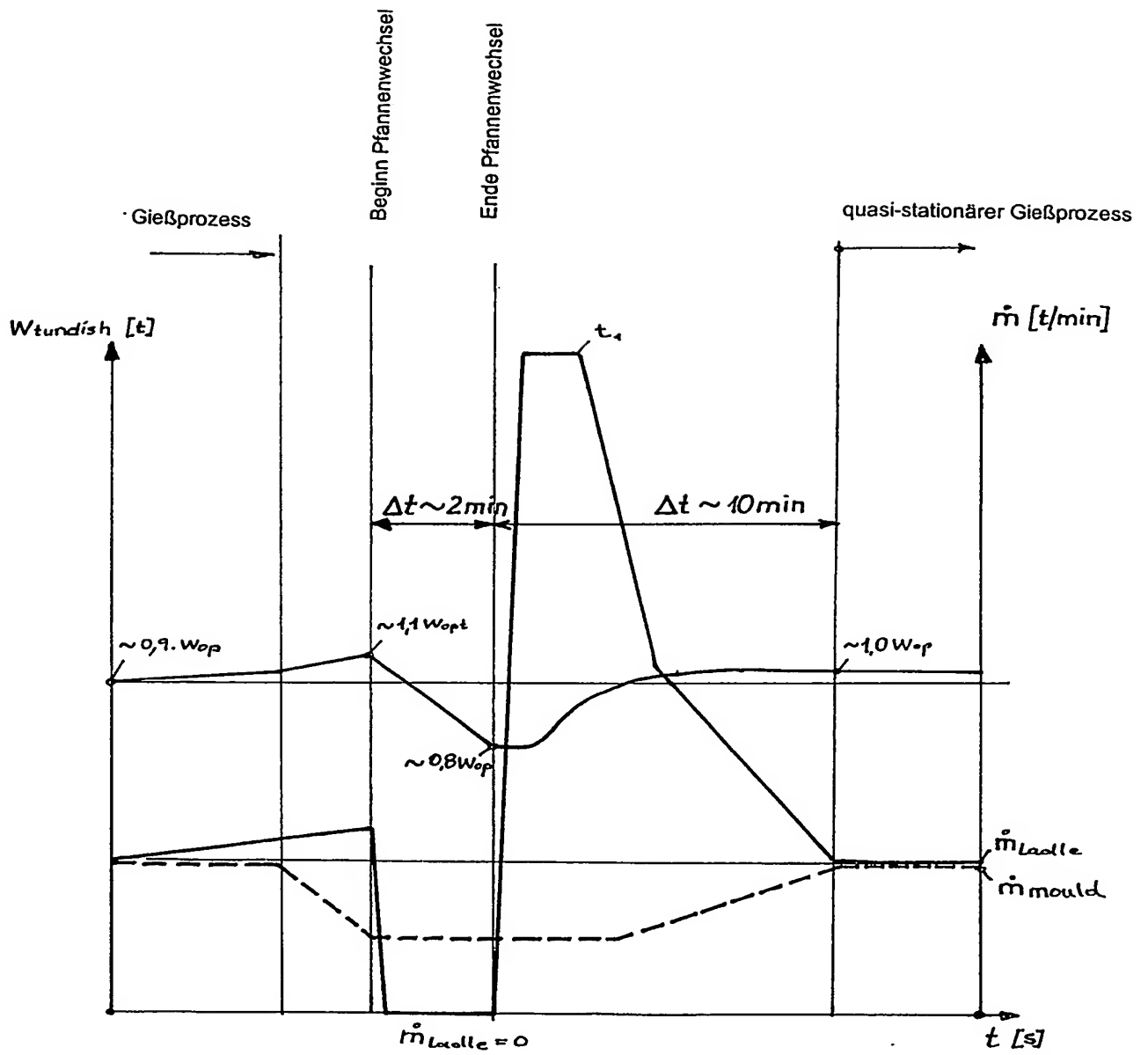


Fig. 5a

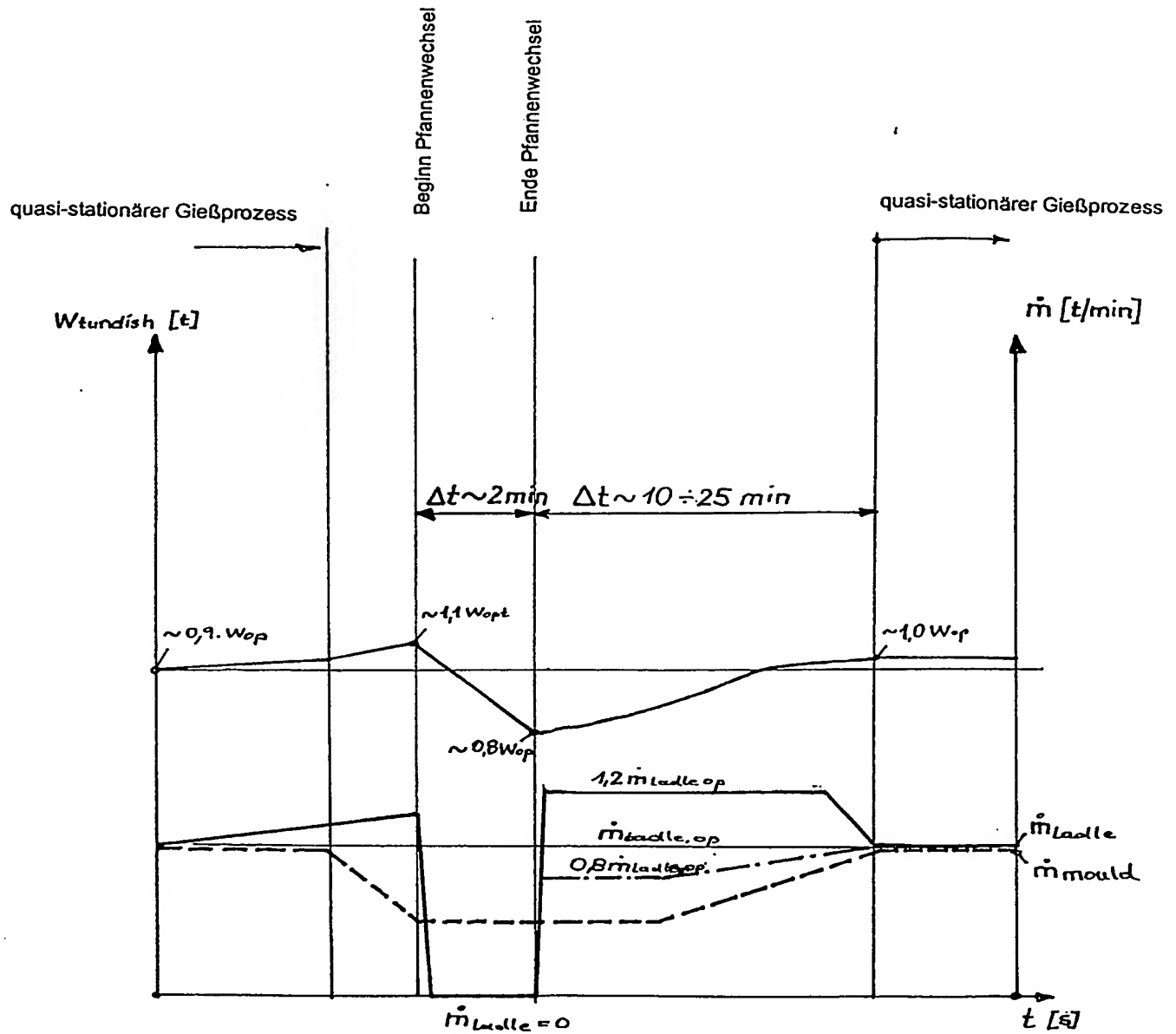


Fig. 5b

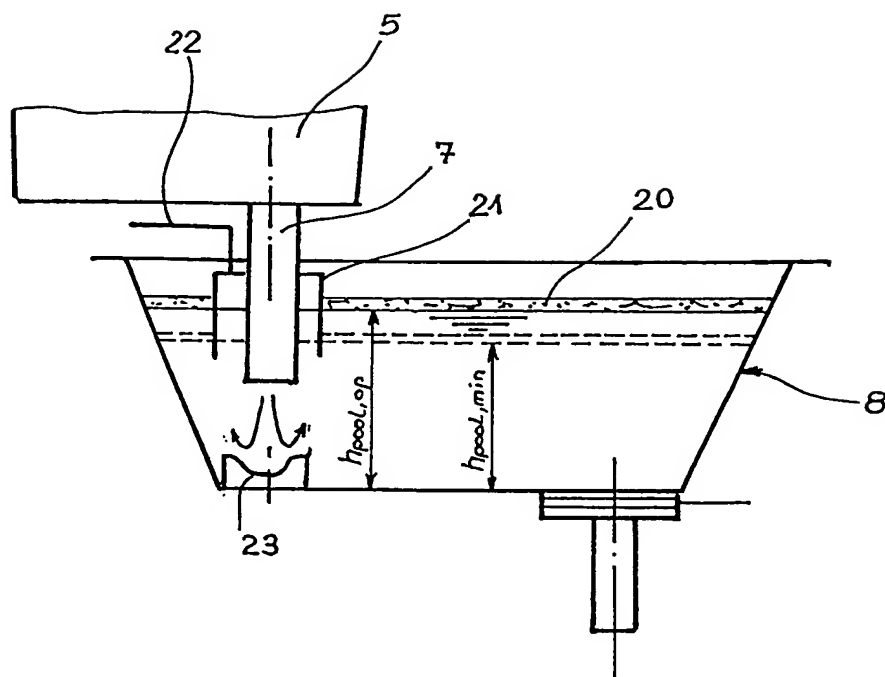


Fig. 6

